

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 37 471 C 2

51 Int. Cl. 7:  
H 05 B 3/12  
B 29 C 51/42  
B 29 C 65/24

21 Aktenzeichen: 197 37 471.9-34  
22 Anmeldetag: 28. 8. 1997  
43 Offenlegungstag: 11. 3. 1999  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 3. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Peters, Robert, Dipl.-Ing., 74321  
Bietigheim-Bissingen, DE

74 Vertreter:  
Hössle & Kudlek, 70184 Stuttgart

72 Erfinder:  
gleich Patentinhaber

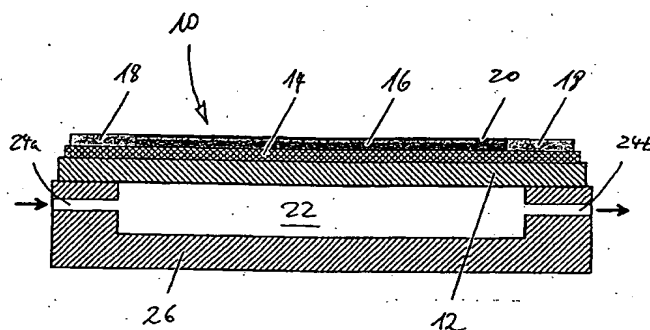
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 43 33 852 A1  
DE 36 25 087 A1  
DE 34 09 925 A1  
DE 31 21 809 A1  
DE 16 04 564 A  
DE 689 11 521 T2

Folienschweißtechnik Joisten &  
Kettenbaum, Bergisch  
Gladbach, K1/PI 0392;  
Bauelemente für Folienschweißeinrichtungen,  
Joisten & Kettenbaum, Bergisch  
Gladbach, K1/HD0591;

54 Heizeinrichtung

57 Heizeinrichtung für Geräte zum thermischen Bearbeiten von Folien mit einem Träger (26), welcher ein Substrat (12) aus Metall trägt, auf dem eine elektrisch isolierende Schicht (14) aufgebracht ist, auf der mindestens eine Dickschichtleiterbahn (16) als Heizleiter aufgebracht ist, gekennzeichnet durch eine in dem Träger (26) ausgebildete, dem Substrat (12) zugeordnete Kühlvorrichtung (22) und eine elektronische Einrichtung, insbesondere einen Regler, zur Bestromung der Heizeinrichtung derart, dass während der Bestromung der sich in Abhängigkeit von der momentanen Heizleitertemperatur ändernde elektrische Widerstand des Heizleiters gemessen und als Regelgröße für die Bestromung verwendbar ist.



DE 197 37 471 C 2

DE 197 37 471 C 2

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Heizeinrichtung für Geräte zum thermischen Bearbeiten von Folien.

[0002] Unter dem thermischen Bearbeiten von Folien sind nachfolgend Bearbeitungsvorgänge wie das Fügen/Verbinden (z. B. Schweißen, Laminieren, Siegeln), das Trennen (z. B. Schneiden, Trennschweißen, Schmelzen) und das Umformen (z. B. Prägen, Ziehen, Kerben) von Folien, insbesondere Kunststofffolien zu verstehen.

[0003] Aus der Folien-Schweißtechnik sind Heizeinrichtungen zum Wärme-Impulsschweißen bekannt, die einen aus Metall bestehenden Schienenkörper mit einer darüberliegenden Isolationsschicht umfassen. Über die Isolationsschicht ist ein in Längsrichtung des Schienenkörpers verlaufendes metallisches Heizband gespannt, welches wiederum mit einem hitzebeständigen Antihafbelag, insbesondere Teflon, bedeckt ist, der ein Ankleben der zu verschweißenden Plastikfolien am Heizband verhindert. Zum Schweißen wird die Schweißschiene fest auf die zu verschweißenden Plastikfolien gedrückt und das Heizband wird über einen Impulsgeber mit einem Stromimpuls beaufschlagt und aufgeheizt. Durch das Aufheizen der Heizbänder werden die Plastikfolien erwärmt und miteinander verschweißt. Nach Beendigung des Stromflusses können das Heizband und die Schweißnaht dadurch wieder abkühlen, daß die angesammelte Wärme durch die Isolationsschicht in den Schienenkörper übergeht. Im Normalfall ist ein Schweißgerät mit zwei aufheizbaren Schienen ausgerüstet und die zum Schweißen erforderliche Wärme wird der zu verschweißenden Plastikfolie von zwei Seiten zugeführt, so daß das Aufheizen der Schweißstelle schneller als bei einseitiger Wärmezufuhr erfolgt. Durch besondere Ausgestaltungen kann ein gleichzeitiges Schweißen und Trennen von Folien erfolgen. Derartige Heizeinrichtungen sind beispielsweise aus den Firmenprospekten KI/HD 0591 und KI/Pi 0392 der Firma Joisten & Kettenbaum, Bergisch Gladbach, bekannt.

[0004] Die bekannten Heizeinrichtungen weisen insbesondere bei der großindustriellen Anwendung, wie beispielsweise dem Verschweißen von Verpackungsmaterial bei der Lebensmittelabfüllung, mit der Anforderung sehr hoher Taktzahlen Nachteile auf. Dazu gehört, daß sich das Heizband beim Anlegen einer Spannung verformt, d. h. ausdehnt, so daß an den Enden des Schienenkörpers jeweils Nachspannvorrichtungen vorgesehen sein müssen. Für die Nachspannvorrichtungen muß jeweils eine isolierte Aufhängung des Heizbandes vorgesehen werden. Die Heizbänder müssen zur Verringerung der Heizleistung im Anschlußbereich durch Verkupfern gegenüber der aktiven Heizzone niederohmiger gemacht werden. Da die Heizbänder an sich schon sehr niederohmig sind, sind zur Bestromung große Kabelquerschnitte notwendig. Die bei jedem Schweißtakt auftretende Dehnung führt zu einer schnellen Ermüdung des unter Zugspannung stehenden Heizbandes sowie zu einem hohen Verschleiß der Isolationsschicht und des Antihafbelages in Folge großer Reibungskräfte. In Fällen, in denen abzapackendes Füllgut zwischen die Schienenkörper gelangt, wird das Heizband in der Regel aufgrund der Elastizität der Isolationsschicht plastisch verformt, was zu einem Ausfall des Heizbandes führt. Derartige Heizeinrichtungen sind durch einen hohen Herstellungsaufwand sowie geringe Standzeit und Zuverlässigkeit gekennzeichnet.

[0005] Des weiteren stellen die Metallblöcke der Schienenkörper große Massen dar, deren ständiges Hin- und Herbewegen eine aufwendige Kinematik erfordert, so daß höhere Taktzahlen zum Verschweißen nur mit sehr aufwendiger Steuerung der Heizeinrichtungen erzielt werden können. Im Betrieb mit hoher Taktfrequenz heizen sich diese Metall-

blöcke zudem schnell sehr stark auf, wodurch der Abkühlprozeß deutlich verschlechtert und das Herstellen einer präzisen Schweißnaht erschwert wird. Durch das Aufheizen der Schienenkörper können auch zugeordnete mechanische Trennmesser erwärmt werden, was zu einem Verkleben der Folie mit dem Trennmesser und somit zu einem mangelhaften Trennen der Folie führt. Zur Vermeidung dieses Effektes ist ein Mindestabstand des Trennmessers zu den Schienenkörpern und/oder eine hohe thermische Isolierung notwendig, wodurch wiederum der minimale Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Schweißnähten begrenzt wird. Bevor aufeinandergelegte Heizbänder nach erfolgtem Schweißen wieder auseinandergefahren werden können, müssen die miteinander verschweißten Folienlagen soweit abgekühlt sein, daß die beiden Folienlagen nicht mehr auseinandergezogen werden können. Dazu ist es bekannt, ein den Schienenkörpern zugeordnetes Kühlsystem vorzusehen, beispielsweise in Form von auf die Schweißnaht gerichteter Druckluft. Nach ausreichender Abkühlung wird die verschweißte Folie freigegeben, transportiert und der nächste Schweißvorgang kann erfolgen. Durch diese Maßnahme ist jedoch die mögliche Taktfrequenz begrenzt, da nach jedem Schweißen das eine gewisse Zeit erfordernde Kühlen erfolgen muß. Durch die Maßnahme der Gebläsekühlung erfolgt jedoch kein (wesentliches) Abkühlen der massiven Schienenkörper. In dem vorstehend bereits genannten Firmenprospekt KI/HD 0591 wird vorgeschlagen, die Schienenkörper mit einem Durchlauf für Kühlwasser zu versehen. Durch diese Maßnahme wird zwar eine übermäßige Aufheizung der Schienenkörper verhindert, jedoch unter Inkaufnahme eines deutlich höheren Herstellungsaufwandes sowie eines erhöhten Gewichts und einer erhöhten Unhandlichkeit der Schienenkörper, wodurch eine Erhöhung der Taktzahl wiederum erschwert wird.

[0006] Zur Erhöhung der Produktionstaktfrequenz wird in der DE 43 33 852 A1 ein Heizelement für Folienschweißgeräte mit einer Dickschichtleiterbahn als Heizleiter auf einem Keramikgrundkörper vorgeschlagen, wobei die Dickschichtleiterbahn zumindest teilweise mit einer thermisch und elektrisch isolierenden Schicht unterlegt ist, wodurch die Wärmeausbreitung in den Keramikgrundkörper gehemmt ist, damit Aufheizen und Abkühlen in unmittelbarer Nähe der zu verschweißenden Folie schneller vonstatten geht.

[0007] Aus der DE 34 09 925 A1 ist eine Heizeinrichtung für Geräte zum thermischen Bearbeiten von Folien mit einem Substrat aus Metall, auf dem eine elektrisch isolierende Schicht und mindestens eine Dickschichtleiterbahn als Heizleiter aufgebracht ist, bekannt. Kühlvorrichtungen sind in dieser Druckschrift nicht erwähnt.

[0008] Aus der DE 31 21 809 ist eine Glühdraht-Heizleiste mit integrierter Kühlung zur Kunststoffverformung, insbesondere für Abkantmaschinen, bekannt.

[0009] Die DE 36 25 087 A1 beschreibt ein Elektrobauelement mit einem Träger aus überwiegend Eisen enthaltendem Metall, einer elektrischen Isolierschicht und wenigstens einer darauf flächig angeordneten elektrischen Leiterbahn, wobei zumindest die Isolierschicht auf den Träger aufgeschmolzen bzw. aufgebrannt ist. Dieses Bauelement zeichnet sich dadurch aus, daß der Träger ein Basismaterial aus Eisen oder Stahl und eine zwischen Basismaterial und Isolierschicht vorgesehene Oberflächenschicht aus Aluminium aufweist.

[0010] Ferner beschreibt die DE 689 11 521 T2 eine Vorrichtung zur Versiegelung eines Bandes oder Filmes in einer Verpackungsmaschine. Eine Kühlvorrichtung für das Heizelement ist hier mittels eines Kühlkanalsystems realisiert.

[0011] Schließlich beschreibt die DE 16 04 564 A eine

Heizvorrichtung bestehend aus Schweißbändern zum Verschweißen thermoplastischer Kunststoffe vornehmlich von Kunststofffolien oder dergleichen mit einem Wärmeimpulsverfahren. Auch die dort beschriebene Vorrichtung kann wahlweise mit einer Kühlmittelzuführung in Verbindung gebracht werden.

[0012] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine insbesondere zur Verwendung in industriell eingesetzten Geräten und Maschinen zum thermischen Bearbeiten von Folien geeignete Heizeinrichtung bereitzustellen, die über eine verringerte Masse verfügt, bei der die Zahl der Einzelteile deutlich reduziert ist, bei der zur Energieversorgung Kabelleitungen mit kleinerem Querschnitt möglich sind und mit der definierte steile Aufheiz- und Abkühlflanken (Wärmeimpulse) erzeugbar sind und hohe Taktzahlen im Dauerbetrieb ermöglicht werden.

[0013] Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Heizeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Hierbei ist auf einem Metallsubstrat mit zugeordneter Kühlvorrichtung eine elektrisch isolierende Schicht vorgesehen, bei welcher es sich vorzugsweise um eine gesinterte glaskeramische Schicht oder Emailschiicht handeln kann. Auf der elektrisch isolierenden Schicht ist mindestens eine Dickschichtleiterbahn als Heizleiter aufgebracht. Die erfindungsgemäße Heizeinrichtung zeichnet sich durch einen kompakten und in sich geschlossenen Aufbau aus und gestattet die Erzeugung von Wärmeimpulsen mit großer Impulssteilheit. Durch die erfindungsgemäße Anordnung einer Dickschichtleiterbahn auf einem Metallsubstrat, getrennt durch eine elektrisch isolierende dünne Schicht, ist die Wärmeerzeugung geometrisch sehr genau definiert, wodurch die zur Verfügung stehende Wärmeleistung zum gezielten Aufbau eines Wärmeimpulses mit steilen Flanken sowohl beim Erwärmen als auch beim Abkühlen genutzt wird. Eine Wärmeableitung in neben dem Heizleiter liegende Bereiche der Heizeinrichtung tritt somit kaum auf. Zur Beschleunigung des Abkühlens dient das gekühlte Metallsubstrat, das eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweist und Wärme somit schnell abführt. Anders als bei dem aus der DE 43 33 852 A1 bekannten Heizelement ist erfindungsgemäß die Wärmeausbreitung in das Substrat kaum gehemmt. Diese Maßnahme stellt in Verbindung mit der Kühlvorrichtung für das Substrat eine Grundvoraussetzung für das Erzeugen sehr steiler Wärmeimpulse dar, deren Abkühlungsflanken eine ähnliche Steilheit wie die Aufheizungsflanken aufweisen. Erfindungsgemäß werden durch die Ausgestaltung des Heizleiters als Dickschichtleiterbahn auf einem Metallsubstrat die im Taktbetrieb hin- und herzubewegende Massen der Heizeinrichtung beträchtlich reduziert. Des weiteren tritt das nachteilige Ausdehnen des Heizleiters bei Erwärmung nicht mehr auf, wodurch sich der Aufbau der Heizeinrichtung wesentlich vereinfacht und die Zuverlässigkeit deutlich erhöht wird. Zur Erzeugung eines definierten steilen Wärmeimpulses wird die erfindungsgemäße Heizeinrichtung durch eine dazu geeignete elektronische Einrichtung, wie beispielsweise einen Regler, dergestalt bestromt, dass während der Bestromung der sich in Abhängigkeit von der momentanen Heizleitertemperatur ändernde elektrische Widerstand des Heizleiters gemessen und als Regelgröße für die Bestromung verwendet wird.

[0014] Zur weiteren Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe wird eine Heizeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 2 vorgeschlagen. Demnach wird in Abweichung von der Heizeinrichtung gemäß Anspruch 1 das Substrat aus einem elektrisch isolierendem Material hergestellt und die als Heizleiter dienende Dickschichtleiterbahn ist direkt auf das Substrat aufgedruckt. Das Substrat aus elektrisch isolierendem Material ist einer

Kühlvorrichtung zugeordnet, so daß von der Dickschichtleiterbahn auf das Substrat übergehende Wärme direkt abgeführt werden kann. Der Heizeinrichtung gemäß Anspruch 2 liegt derselbe Erfindungsgedanke zugrunde wie der bereits beschriebenen Heizeinrichtung gemäß Anspruch 1, wobei jedoch auf die elektrisch isolierende Unterschichtung der Dickschichtleiterbahn verzichtet werden kann, da das Substrat selbst bereits aus elektrisch isolierendem Material besteht, womit eine herstellungstechnische Vereinfachung verbunden ist.

[0015] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung da Erfindung ist ein das Substrat tragender und die Kühlvorrichtung beinhaltender Träger vorgesehen. Dadurch kann das Substrat besonders dünn ausgeführt werden, da die für den Betrieb notwendige Steifigkeit durch den Träger verliehen wird. In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist als Kühlvorrichtung ein in dem Träger zur Aufnahme eines den Träger durchströmenden Kühlmediums ausgebildeter Hohlraum vorgesehen. Der Hohlraum ist dabei vorzugsweise derart ausgestaltet, daß die Unterseite des Substrats durch das den Hohlraum durchströmende Kühlmedium wenigstens teilweise beaufschlagt wird.

[0016] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den sich anschließenden Unteransprüchen beschrieben.

[0017] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

[0018] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung.

[0019] Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung.

[0020] Fig. 3 zeigt ein Temperatur-Zeit-Diagramm zur Veranschaulichung eines mit einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung erzielbaren Wärmeimpulses.

[0021] Fig. 4 zeigt eine zum Schweißen und/oder Prägen von Folien geeignete Vorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung.

[0022] Fig. 5 zeigt eine zum Trennen und/oder Trennschweißen von Folien geeignete Vorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung.

[0023] Fig. 6 zeigt eine Vorrichtung zum thermischen Bearbeiten von Folien in integrierter Bauweise mit einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung.

[0024] Fig. 7 zeigt eine Vorrichtung zum thermischen Bearbeiten von Folien mit drei erfindungsgemäßen Heizeinrichtungen in Modulbauweise.

[0025] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Heizeinrichtung 10 mit einem beispielsweise aus Edelstahl bestehenden Substrat 12. Auf dem Substrat 12 ist eine elektrisch isolierende Schicht 14 aufgebracht, auf welcher wiederum eine Dickschichtleiterbahn 16 als Heizleiter beispielsweise durch Aufdrucken aufgebracht ist. Die elektrisch isolierende Schicht 14 dient zur elektrischen Isolation zwischen dem Substrat 12 aus Metall einerseits und der Dickschichtleiterbahn 16 sowie an den Enden der Dickschichtleiterbahn 16 vorgesehenen niederohmigen Kontaktierungsschichten 18 zum Bestromen der Dickschichtleiterbahn 16 andererseits. Die elektrisch isolierende Schicht kann aus einer einzigen oder auch mehreren Einzelschichten bestehen. Als Materialien für die elektrisch isolierende Schicht werden beispielsweise glas-keramisches Sinterwerkstoffe verwendet. Die Gesamtdicke der elektrisch isolierenden Schicht 14 liegt vorzugsweise zwischen 20 und 200 µm. Die Wärmeleitfähigkeit des für die elektrisch isolierende Schicht 14 verwen-

deten Isolierwerkstoffes wird derart gewählt, daß sie das Erreichen eines hohen Temperaturgradienten zur Oberflächenumgebung der Dickschichtleiterbahn 16 unterstützt. Mit der Wahl der Dicke der isolierenden Schicht 14 wird die Ableitung der Wärmemenge aus dem Substrat 12 in senkrechter Richtung beeinflußt.

[0026] Das Substrat 12 ist auf einem länglichen Träger 26 aus Metall, beispielsweise Aluminium angeordnet, in welchem ein sich in Längsrichtung des Trägers 26 erstreckender Hohlraum 22 zur Aufnahme eines den Träger 26 durchströmenden Kühlmediums ausgebildet ist. Das Kühlmedium wird im Sinne der eingezeichneten Pfeile über einen in der Zeichnung links dargestellten Eingang 24a zugeführt und über einen in der Zeichnung rechts dargestellten Ausgang 24b abgeführt und bildet vorteilhafterweise einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf. Der Träger 26 kann jedoch auch aus anderen, insbesondere auch nicht-metallischen Materialien wie beispielsweise Kunststoff bestehen.

[0027] Durch die unterseitige Beaufschlagung des Substrats 12 mit dem den Hohlraum 22 durchströmenden Kühlmedium kann durch die isolierende Schicht 14 zu dem Substrat 12 geflossene Wärme in den Wärmeimpulspausen effizient abgeleitet werden.

[0028] Die Dickschichtleiterbahn 16 kann sehr dünn ausgeführt sein, beispielsweise kleiner 10 µm. Die Werkstoffauswahl für die Dickschichtleiterbahn 16 ist durch die geometrische Dimension ihrer Wirkfläche in Zusammenhang mit den elektrischen leistungstechnischen Komponenten bestimmt.

[0029] Die laterale Ausdehnung und Formgebung der Dickschichtleiterbahn 16 kann ohne Herstellungsmehraufwand sehr flexibel gestaltet werden. Da die erfindungsgemäße Heizeinrichtung relativ leicht ist, können auch sehr lange Substrate mit entsprechenden Dickschichtleiterbahnen von 500 mm Länge und mehr realisiert werden. Die Dickschichtleiterbahn selbst kann unterschiedliche Formen, wie beispielsweise einfach gerade, doppelt gerade, unterbrochen, kreisförmig, mäanderförmig, annehmen oder in Form einer einzuprägenden Schrift oder eines Logos ausgebildet sein.

[0030] Zur Bestromung der Dickschichtleiterbahn 16 sind die Kontaktierungsschichten 18 vorgesehen, die im Verhältnis zur Dickschichtleiterbahn niederohmiger ausgelegt sind, um deutlich geringere Wärmeleistungsdichten zu erreichen. Die Anschlußkontaktierung erfolgt durch form- und kraftschlüssiges oder stoffschlüssiges Verbinden. Die Kontaktierungsschichten 18 können örtlich begrenzt in die Dickschichtleiterbahn 16 integriert werden, d. h. aus mehreren voneinander unabhängigen Teilflächen unterschiedlicher Funktionen bestehen, um so beispielsweise Unterbrechungen oder Prägeeffekte in der Schweißbahn zu erreichen.

[0031] Wie in Fig. 1 dargestellt, kann gegebenenfalls eine wenigstens die Dickschichtleiterbahn 16 bedeckende Schutz- und Antihafschicht 20 vorgesehen sein. Die Schutz- und Antihafschicht 20 besteht beispielsweise aus glaskeramischen und/oder polymeren Werkstoffkomponenten und ist mittels eines an sich bekannten Verfahrens, vorzugsweise selektiv, aufgebracht, beispielsweise durch Siebdruck-Sintern, Flammgespritzten, Laminieren oder Sputtern.

[0032] Fig. 2 zeigt im Längsschnitt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung. Die dargestellte Heizeinrichtung 110 umfaßt ebenso wie das vorstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 beschriebene erste Ausführungsbeispiel einen Träger 126 mit einem darin ausgebildeten und sich in Längsrichtung des Trägers 126 erstreckenden Hohlraum 122 zur Aufnahme eines den Träger 126 durchströmenden Kühlmittels, das über einen Eingang 124a in den Hohlraum 122 eingeleitet und durch einen Aus-

gang 124b wieder abgeführt wird.

[0033] Auf dem Träger 126 ist ein den Hohlraum 122 begrenzendes Substrat 112 aufgebracht, das in Abweichung von dem Substrat 12 der Heizeinrichtung 10 der Fig. 1 nicht aus Metall, sondern aus einem elektrisch isolierenden Material besteht.

[0034] Direkt auf dem Substrat 112 ist mittels eines an sich bekannten Verfahrens der Dickschichttechnik eine Dickschichtleiterbahn 116 mit an ihren Enden vorgesehenen Kontaktierungsschichten 118 aufgedruckt. Da das Substrat 112 aus einem elektrisch nicht leitenden Material besteht, kann in dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel auf eine elektrisch isolierende Schicht zwischen dem Substrat und der aufgedruckten Dickschichtleiterbahn 116 verzichtet werden. Um dennoch eine gute Wärmeableitung von der Dickschichtleiterbahn 116 zu dem kühlmittelbeaufschlagten Hohlraum 122 zu erhalten, ist das Substrat 112 aus elektrisch isolierendem Material vorzugsweise dünner ausgebildet, als das Substrat 12 aus Metall des ersten Ausführungsbeispieles.

[0035] Fig. 3 veranschaulicht anhand eines Temperatur-Zeit-Diagramms den Verlauf eines mittels einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung erhaltenen Wärmeimpulses. Dabei ist anzumerken, daß es sich bei dem Diagramm der Fig. 3 um keine maßstäbliche Darstellung handelt.

[0036] Fig. 3 zeigt in durchgezogener Linie einen mit einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung erzielten Wärmeimpuls mit einer bei einer Ausgangstemperatur  $T_1$  beginnenden Aufheizrampe 50, einem flachen Bereich 60, während dem eine Arbeitstemperatur  $T_2$  konstant gehalten wird, und einer sich daran anschließenden Abkühlrampe 70. Zum Vergleich sind in das Diagramm der Fig. 3 strichpunktiert eine Aufheizrampe 50' und eine Abkühlrampe 70' eines mit einer bekannten Heizeinrichtung erzielten Wärmeimpulses bei gleichen Randbedingungen eingezeichnet.

[0037] Zur Erzeugung eines definierten, steilen Wärmeimpulses wird die erfindungsgemäße Heizeinrichtung vorzugsweise durch eine dazu geeignete elektronische Einrichtung, wie beispielsweise einem Regler, dergestalt bestromt, daß während der Bestromung der sich in Abhängigkeit von der momentanen Heizleitertemperatur ändernde elektrische Widerstand des Heizleiters gemessen und als Regelgröße für die Bestromung verwendet wird, wobei der Temperaturkoeffizient des Werkstoffes vorteilhafterweise im Bereich von 500 bis 3500 ppm/K liegen sollte. Durch die Verwendung von örtlich begrenzten, hinsichtlich ihres elektrischen Flächenwiderstandes unterschiedlichen Werkstoffen zur Bildung der Dickschichtleiterbahn können ohne Änderung der Breite und/oder Dicke der Dickschichtleiterbahn und mit nur geringfügigem Mehraufwand unterschiedliche Leistungsdichten im Verhältnis bis zu 1 : 100 zur Einstellung des Temperaturverlaufes realisiert werden.

[0038] Während einer der Aufheizrampe 50 zugeordneten Aufheizphase A stellt der Regler eine im Verhältnis zu einer dem konstanten Temperaturbereich 60 zugeordneten Regelphase B höhere Energie zur Verfügung. Erfindungsgemäß beträgt die Dauer der Aufheizphase A aufgrund der extrem kleinen Masse einer Dickschichtleiterbahn nur etwa 1/5 bis 1/10 der bei bekannten Heizeinrichtungen benötigten Zeitdauer.

[0039] Während der Regelphase B hält der Regler über eine einstellbare Zeit (= Schweißzeit) die eingestellte Temperatur, die typischerweise zwischen 80 und 300°C, vorzugsweise 200°C beträgt, bzw. den eingestellten Temperaturverlauf konstant. Nach Beendigung der Regelphase B wird die Stromzufuhr zur Einleitung der sich anschließenden Abkühlphase C unterbrochen. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, sinkt die Temperatur bei der Abkühlrampe 70 der erfin-

dungsgemäßen Heizeinrichtung sehr viel schneller als bei der strichpunktiert eingezeichneten Abkühlrampe 70' einer bekannten Heizeinrichtung. Bei geeigneter Abstimmung der in der erfindungsgemäßen Heizeinrichtung verwendeten Werkstoffe hinsichtlich ihrer thermischen Eigenschaften und ihrer Dimensionierung kann die Abkühlgeschwindigkeit gegenüber bisherigen Heizeinrichtungen um das 10- bis 20fache erhöht werden, bei einem gleichzeitig ca. 5fach höheren Temperaturabfall. Dies wird durch die sehr hohe Steilheit der Abkühlrampe 70 veranschaulicht, bei der sich die Temperatur innerhalb einer sehr kurzen Zeitdauer von der Arbeitstemperatur  $T_2$  wieder bis fast auf die Ausgangstemperatur  $T_1$  abgekühlt hat. Durch diese sehr steilen Aufheiz- und Abkühlrampen und die damit verbundenen kurzen Aufheiz- und Abkühlzeiten können mit einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung Taktzahlen in der industriellen Anwendung von  $120 \text{ min}^{-1}$  und mehr erzielt werden, während mit bekannten Heizeinrichtungen nur Taktzahlen von ca.  $90 \text{ min}^{-1}$ , maximal  $110 \text{ min}^{-1}$  erreichbar sind. Die in der DE 43 33 852 A1 genannte thermische Zeitkonstante von ca. 0,5 sec gestattet sogar nur Produktionsaktfrequenzen von ca.  $60 \text{ min}^{-1}$ .

[0040] Bei einer Verwendung der erfindungsgemäßen Heizeinrichtung zum Verschweißen von Folien wird die erfindungsgemäße Heizeinrichtung durch eine an einem Halter 40 befestigte gummielastische Gegenlage 42 ergänzt, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Die Gegenlage 42 wird auf über die Dickschichtleiterbahn 16 gelegte Folienlagen 30 abgesenkt und durch das mechanische Zusammenführen der Gegenlage 42 auf die Folienlagen 30 im Sinne der eingezeichneten Pfeile wird der notwendige Arbeitsdruck in den Folienlagen erzeugt. Die Gegenlage 42 besteht beispielsweise aus einem Silikonmaterial. Zum Schweißen und/oder Prägen von Folienlagen ist die Gegenlage 42 vorzugsweise plan ausgebildet (vgl. Fig. 4), zum Trennen und/oder Trennschweißen weist die Gegenlage 42' ein vorzugsweise spitzwinkliges Profil auf, das beim Beaufschlagen der erhitzten Folien zum Trennen derselben dient (vgl. Fig. 5).

[0041] Durch die geringe Dicke und den herstellungstechnisch bedingten abgeflachten Randverlauf der Dickschichtleiterbahn wird eine Kerbwirkung in der Folie vermieden, die zu unerwünschten Materialverdrängungen führen könnte (der flache Randverlauf erscheint in der stark schematischen Darstellung der Fig. 4 bis 7 überhöht). Der sehr hohe laterale Temperaturgradient zwischen der Dickschichtleiterbahn und der angrenzenden Oberfläche des Substrats bzw. der auf dem Substrat aufgetragenen elektrisch isolierenden Schicht verhindert ein Fließen der Folie unter Einwirkung des Anpreßdrucks der gummielastischen Gegenlage und damit die sonst übliche Querschnittsverringerung durch Materialverdrängung im Schweißnahtbereich.

[0042] Die erfindungsgemäße Heizeinrichtung kann des weiteren zum Prägen von Schweißnähten verwendet werden. Hierzu wird die gummielastische Gegenlage und/oder die Schichtenanordnung auf dem Substrat teilweise erhaben ausgeführt, wodurch beim Warmpressen der Folie die erhabenen Strukturelemente eine Prägung in der Folie bewirken.

[0043] Werden in Kontakt mit der Dickschichtleiterbahn stehende flächige und niederohmige Schichtbereiche vorgesehen, so können in der Wirkfläche der erfindungsgemäßen Heizeinrichtung definierte Temperaturgradienten in Folge unterschiedliche Wärmeleistungsdichten erreicht werden, wodurch beispielsweise eine Herstellung unterbrochener Schweißnähte ermöglicht wird.

[0044] Schließlich eignet sich die erfindungsgemäße Heizeinrichtung in besonders vorteilhafter Weise zur Herstellung von Verbundwerkzeugen in integrierter oder auch Modulbauweise. Bei Integral-Verbundwerkzeugen (vgl.

Fig. 6) werden auf einem Substrat 12 mehrere voneinander unabhängig oder abhängig bestrombare Dickschichtleiterbahnen 16.1, 16.2, 16.3 vorgesehen, die je nach Anwendung unterschiedliche Gestaltungen oder Formen aufweisen können. So können beispielsweise auf einem Substrat 12 wie dargestellt drei Dickschichtleiterbahnen vorgesehen werden, die als erste Schweißbahn 16.1, Trennbahn 16.2 und zweite Schweißbahn 16.3 mit entsprechend ausgestalteter Gegenlage 42" ausgebildet sind, wobei die Schweißbahnen unterschiedliche Gestaltungen erhalten können. Fig. 7 zeigt ein aus drei erfindungsgemäßen Heizeinrichtungen 10.1, 10.2 und 10.3 zusammengesetztes Verbundwerkzeug in Modulbauweise, deren Dickschichtleiterbahnen 16 ebenfalls einzeln oder in Verbindung regelbar sind, mit jeweils zugeordneten Gegenlagen 42, 42'. Die einzelnen Module können auch zur Unterstützung gewünschter Kerbwirkungen vertikal gegeneinander versetzt angeordnet werden.

[0045] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist der Fachmann in der Lage, den der Erfindung zugrundeliegenden Kerngedanken auch in anderen Ausführungsformen umzusetzen. So ist es beispielsweise möglich, Substrat und Träger der Heizeinrichtung aus dem gleichen Material und gegebenenfalls sogar einstückig auszubilden. Des weiteren ist es denkbar, die Ein- und Ausgänge des das Kühlmittel aufnehmenden Hohlraumes nicht an den Stirnseiten des Trägers anzuordnen, sondern an dessen Längsseiten.

[0046] Darüber hinaus ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Heizeinrichtung nicht auf das Schweißen von Folien begrenzt, sondern kann sich auch auf Prägen und/oder Trennen von Folien erstrecken. Die erfindungsgemäße Heizeinrichtung kann jedoch auch in anderen Bereichen als dem Schweißen, Prägen und Trennen von Folien eingesetzt werden, und zwar in vielen Bereichen, in denen es darauf ankommt, geometrisch genau definierte Heizflächen mit thermisch und zeitlich definierten Wärmeimpulsen hoher Steilheit zu erzeugen. So ist es beispielsweise denkbar, eine erfindungsgemäße Heizeinrichtung zum Beheizen von Lötwerkzeugen in der SMD-Technik einzusetzen.

#### Patentansprüche

1. Heizeinrichtung für Geräte zum thermischen Bearbeiten von Folien mit einem Träger (26), welcher ein Substrat (12) aus Metall trägt, auf dem eine elektrisch isolierende Schicht (14) aufgebracht ist, auf der mindestens eine Dickschichtleiterbahn (16) als Heizleiter aufgebracht ist, **gekennzeichnet durch**

eine in dem Träger (26) ausgebildete, dem Substrat (12) zugeordnete Kühlvorrichtung (22) und eine elektronische Einrichtung, insbesondere einen Regler, zur Bestromung der Heizeinrichtung derart, dass während der Bestromung der sich in Abhängigkeit von der momentanen Heizleitertemperatur ändernde elektrische Widerstand des Heizleiters gemessen und als Regelgröße für die Bestromung verwendbar ist.

2. Heizeinrichtung für Geräte zum thermischen Bearbeiten, insbesondere zum Schweißen, Prägen und Trennen von Folien mit einem Träger (126), welcher ein Substrat (112) aus elektrisch isolierendem Material trägt, auf welches mindestens eine Dickschichtleiterbahn (116) als Heizleiter aufgebracht ist, **gekennzeichnet durch**

eine in dem Träger (26) ausgebildete, dem Substrat (12) zugeordnete Kühlvorrichtung (22) und eine elektronische Einrichtung, insbesondere einen Regler, zur Bestromung der Heizeinrichtung derart, dass während der Bestromung der sich in Abhängigkeit

- von der momentanen Heizleitertemperatur ändernde elektrische Widerstand des Heizleiters gemessen und als Regelgröße für die Bestromung verwendbar ist.
3. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, bei der die elektrisch isolierende Schicht (14) eine gesinterte glaskeramische Schicht oder Emailschiicht ist. 5
4. Heizeinrichtung nach Anspruch 1 oder 3, bei der in Kontakt mit der Dickschichtleiterbahn (16) stehende flächige niederohmige Schichtbereiche vorgesehen sind. 10
5. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, 3 oder 4, bei der das Substrat (12) aus Edelstahl ist.
6. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem das Substrat (12, 112) tragenden und die Kühlvorrichtung beinhaltenden Träger (26, 126). 15
7. Heizeinrichtung nach Anspruch 6, bei der der Träger (26, 126) aus Metall ist.
8. Heizeinrichtung nach Anspruch 7, bei der der Träger (26, 126) aus Aluminium ist.
9. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei der das Substrat (12, 112) und der Träger (26, 126) aus dem gleichen Material bestehen. 20
10. Heizeinrichtung nach Anspruch 9, bei der das Substrat (12, 112) und der Träger (26, 126) einstückig ausgebildet sind. 25
11. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, bei der als Kühlvorrichtung ein in dem Träger (26, 126) zur Aufnahme eines den Träger (26, 126) durchströmenden Kühlmediums ausgebildeter Hohlraum (22, 122) vorgesehen ist. 30
12. Heizeinrichtung nach Anspruch 11, bei der das Kühlmedium wenigstens teilweise die Unterseite des Substrats (12, 112) beaufschlagt.
13. Heizeinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, bei der sich der Hohlraum (22, 122) im wesentlichen über die Länge der Dickschichtleiterbahn (16, 116) erstreckt. 35
14. Heizeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die mindestens eine Dickschichtleiterbahn (16, 116) in einem an sich bekannten Verfahren der Dickschichttechnik aufgebracht ist. 40
15. Heizeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die mindestens eine Dickschichtleiterbahn (16, 116) aus einem Kaltleiterwerkstoff besteht.
16. Heizeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der eine die Dickschichtleiterbahn (16, 116) abdeckende Schutz- und Antihafschicht (20, 120) vorgesehen ist. 45
17. Heizeinrichtung nach Anspruch 16, bei der die Schutz- und Antihafschicht (20, 120) in einem an sich bekannten Verfahren der Dickschichttechnik aufgebracht ist. 50
18. Heizeinrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutz- und Antihafschicht (20, 120) und/oder eine zusätzliche Prägeschicht teilweise erhaben ausgebildet sind. 55

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

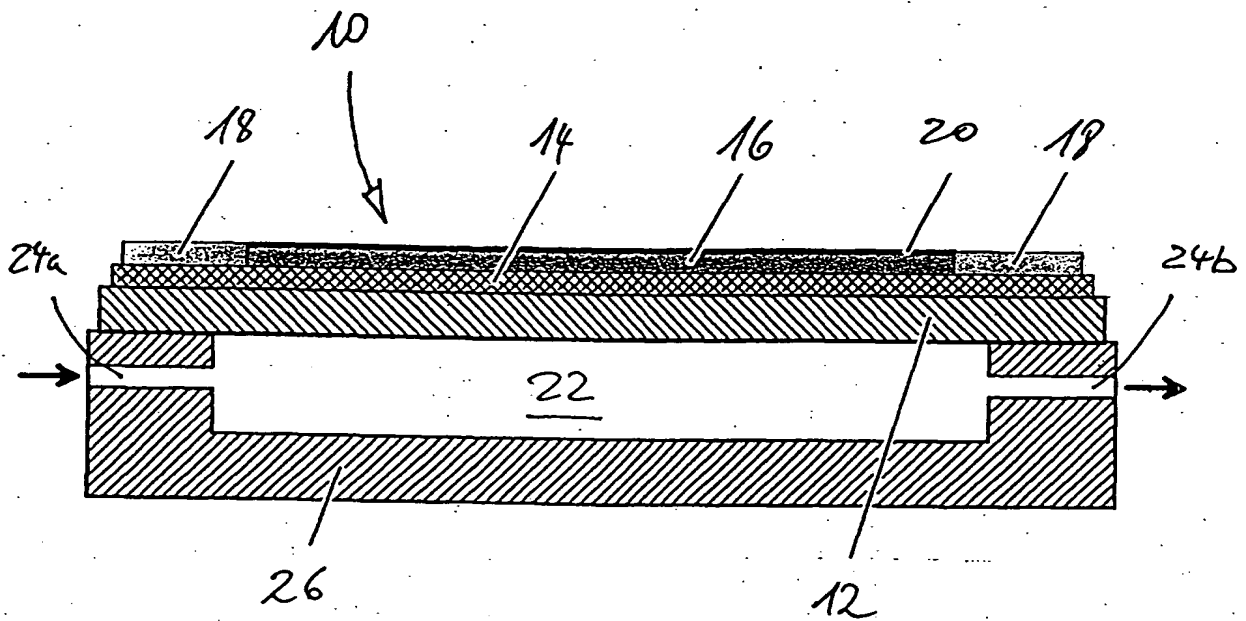


FIG 1

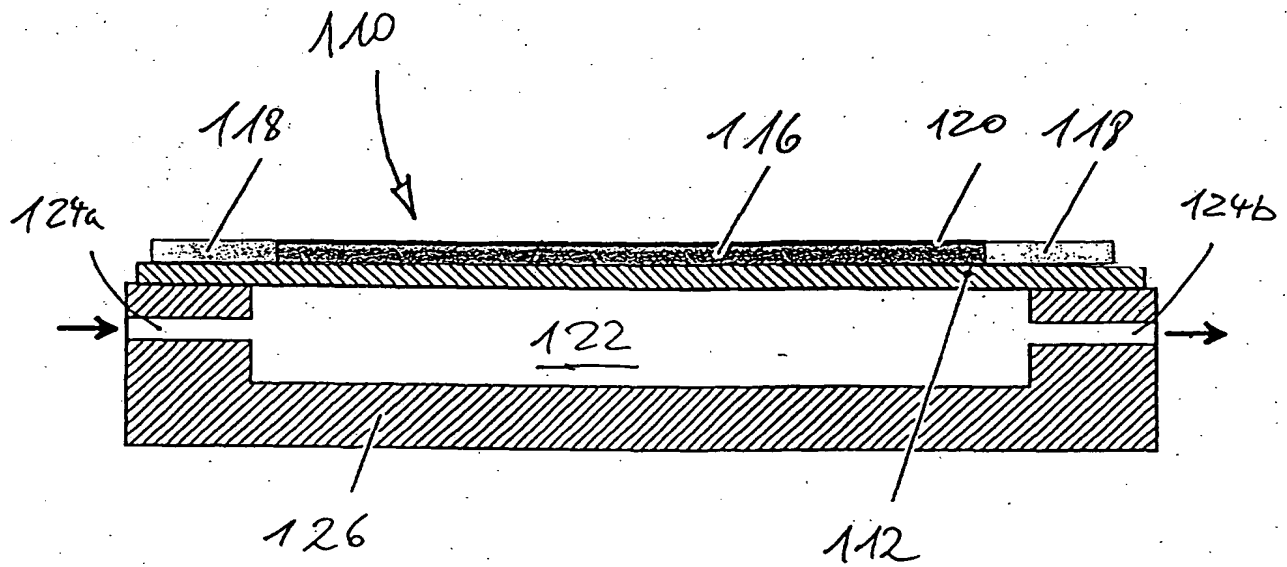
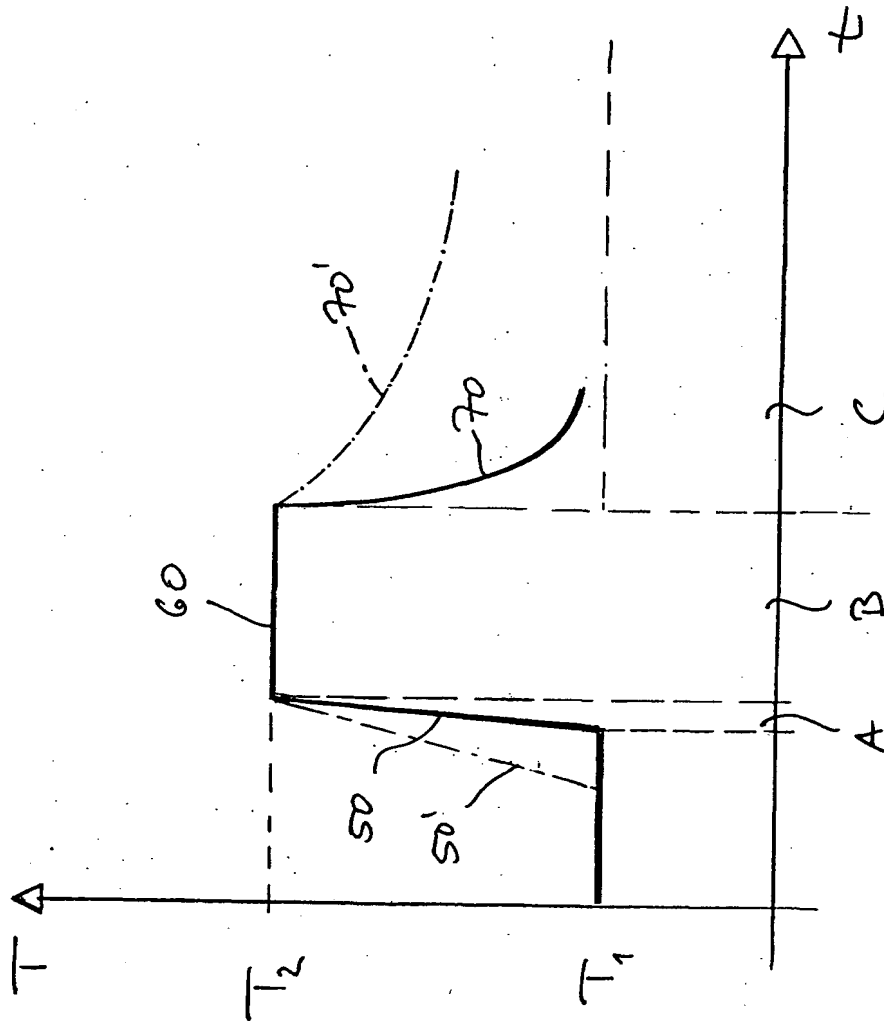


FIG 2





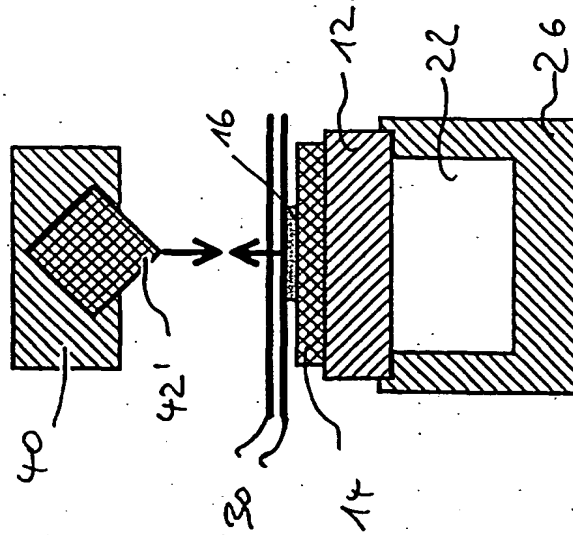


Fig 5

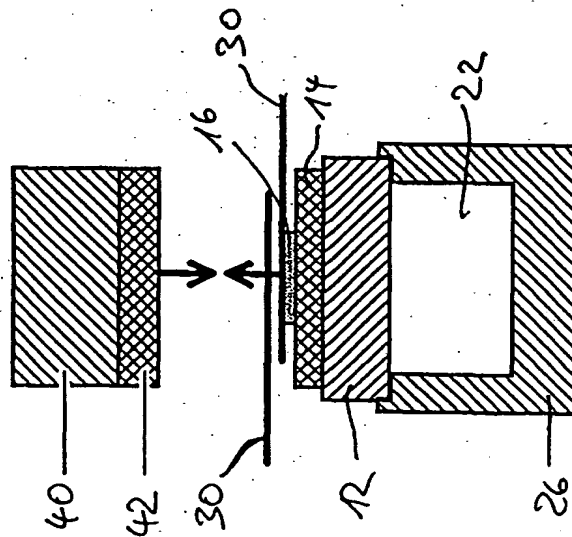
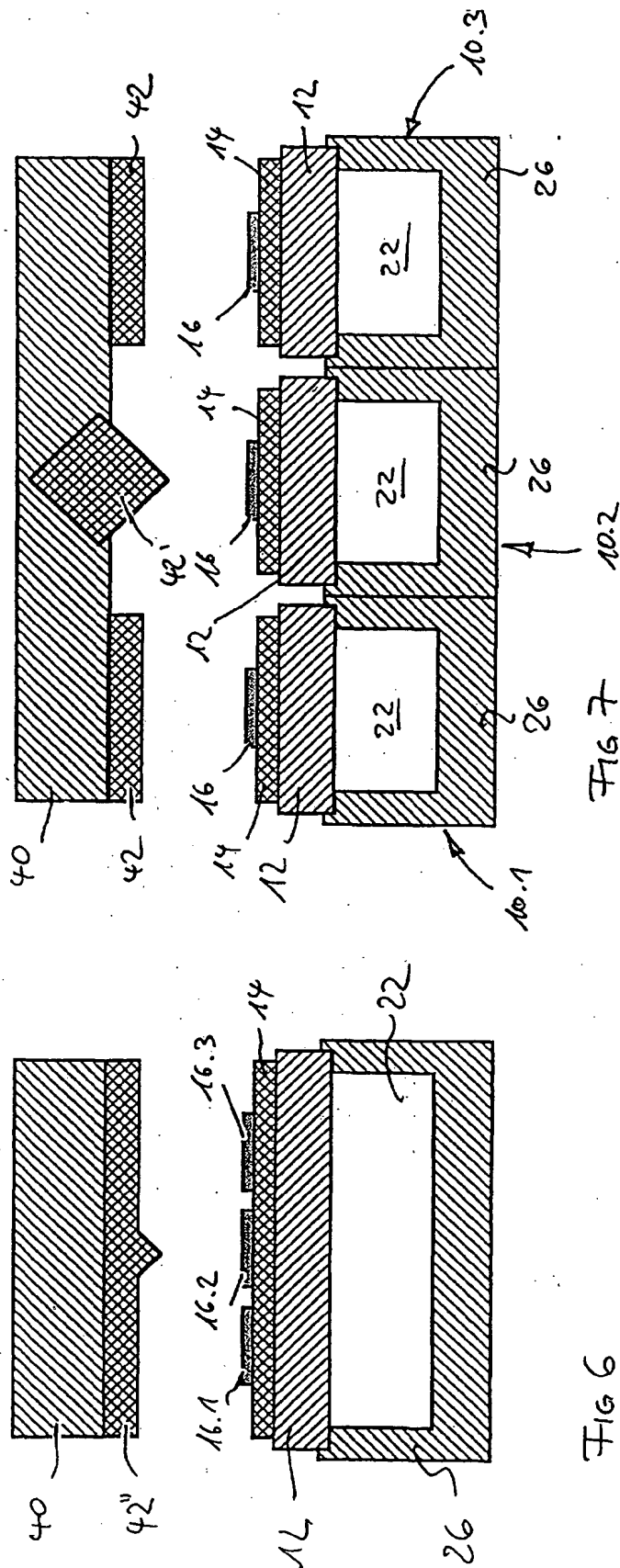


Fig 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**